



AJINOMOTO® จุดหมายข่าว

21 พฤศจิกายน 2560 ฉบับที่ 3



งานวิจัยด้านสุขภาพในอนาคต: อยู่ใน “วัฒนธรรม” ของเรา

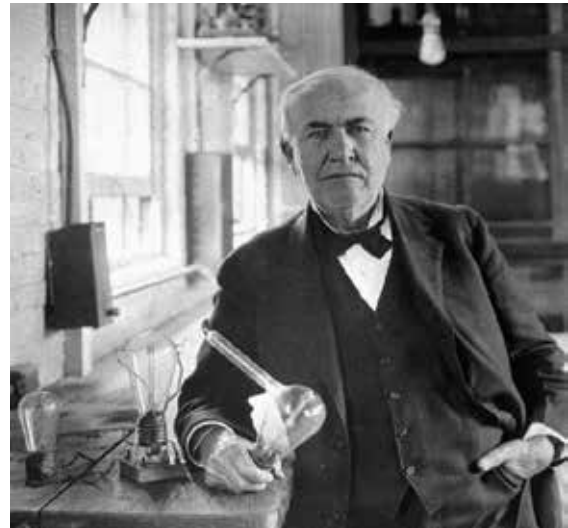
ใครคือผู้ประดิษฐ์คิดค้นหลอดไฟ

หากคุณคิดว่าคือ “โทมัส อัลวา เอดิสัน” คุณ...ตอบ ผิด ถนัดเลย แต่ไม่ต้องเสียใจ เพราะเกือบจะทุกคนที่ตอบแบบนี้

ความจริงคือหลอดไฟได้รับการประดิษฐ์คิดค้นขึ้นหลายสิบปีก่อนที่เอดิสันจะจดสิทธิบัตรหลอดไฟในเวอร์ชันของตัวเองในปีพ.ศ. 2422 เพราะเกือบ 40 ปีก่อนหน้านั้น ในปีพ.ศ. 2383 มีนักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษคนหนึ่งชื่อ วอร์เรน เดอ ลา รัว ได้พัฒนาหลอดไฟขึ้นมา แต่ปัญหาคือ ไส้หลอดไฟทำจากทองคำขาว ซึ่งมีราคาแพงมาก ดังนั้น คนทั่วไปจึงไม่มีโอกาสได้ใช้ นอกจาก เดอ ลา รัว แล้ว ยังมีนักประดิษฐ์คนอื่นอย่างน้อยอีก 6 คนก่อนหน้าเอดิสันที่ได้ชื่อว่าเป็นผู้พัฒนาคิดค้นหลอดไฟเช่นกัน แต่การประดิษฐ์เหล่านี้มีข้อบกพร่อง เพราะบางชิ้นมีราคาแพงจนเกินไป บางชิ้นต้องใช้กำลังไฟมาก และบางชิ้นก็ไหม้เร็วเกินไป

แล้วเอดิสันทำอะไร เอดิสันทำให้หลอดไฟ สมบูรณ์แบบ นั่นเอง เอดิสันสร้างหลอดไฟหลอดแรกที่มีราคาถูกลง นำเชื้อถ่าน และสามารถผลิตได้ในจำนวนมาก เขาทำให้หลอดไฟสามารถนำมาใช้งานได้อย่างกว้างขวาง เอดิสันอาจไม่ได้เป็นผู้คิดค้นหลอดไฟขึ้นคนแรก แต่เขาเป็นผู้ทำให้หลอดไฟสามารถนำมาใช้งานได้จริง

■ โทมัส เอดิสัน (พ.ศ. 2390-พ.ศ. 2474)



นอกจากนี้ เรายังสามารถเห็นรูปแบบเดียวกันนี้ได้ในเรื่องราวของโจนาส ซอริก ผู้ที่ได้รับการยกย่องและมีชื่อเสียงจากการคิดค้นวัคซีนรักษาโรคโปลิโอในปีพ.ศ. 2498 ในความเป็นจริง มีการพัฒนาและทดสอบวัคซีนโรคโปลิโอในมนุษย์มาก่อนหน้านั้นแล้ว ในช่วงต้นปีพ.ศ. 2478 แต่ที่วัคซีนเหล่านี้มีอันตรายต่อการนำมาใช้มาก โจนาส ซอริก ไม่ได้เป็นคน คิดค้นวัคซีนโปลิโอ แต่เขาทำให้วัคซีนมีความปลอดภัยต่อการใช้งานและนำมาใช้รักษาได้จริง



■ การฉีดวัคซีนโปลิโอ สหรัฐอเมริกา



การค้นพบทางวิทยาศาสตร์นั้นสามารถเปลี่ยนชีวิตมนุษย์ให้ดีขึ้นได้โดยไม่ต้องสงสัย แต่หากการค้นพบใหม่ๆ นั้นไม่สามารถนำมาใช้ได้จริง แล้วจะมีประโยชน์อะไร หากยาเพนนิซิลินสามารถผลิตได้เพียงปริมาณเล็กน้อย หากคอมพิวเตอร์แพงเกินไปที่จะผลิตและมีเฉพาะคนที่รวยมากๆ เท่านั้นที่สามารถใช้งานได้ หากการขึ้นเครื่องบินปราศจากซึ่งความปลอดภัยและมีเฉพาะสำหรับผู้กล้าท้าทายเท่านั้น ฉะนั้น ในการพัฒนาโลกใบนี้ให้ดีขึ้น การค้นพบที่ดีคือทุกคนสามารถนำมาปรับใช้ได้จริง

นั่นทำให้ในปีพ.ศ. 2555 Ajinomoto Co., Inc. (“บริษัท Ajinomoto”) พบว่า มีโอกาสที่จะทำให้เกิดการค้นพบที่สำคัญของยุคสมัยใหม่นี้ที่สามารถนำมาใช้ได้ทั่วโลก

รางวัลโนเบลสำหรับการค้นพบที่ยิ่งใหญ่

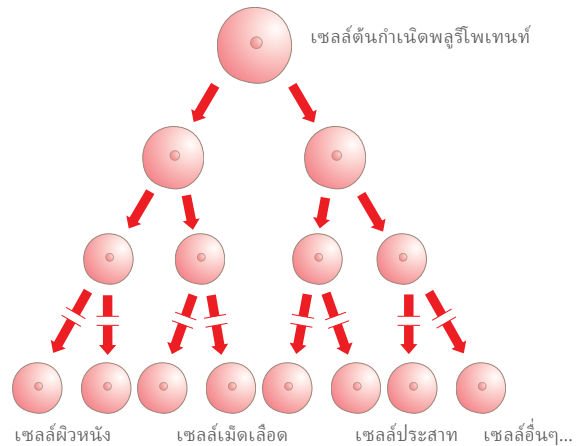
รางวัลโนเบลในปีพ.ศ. 2555 สาขาสรีรวิทยาหรือสาขาการแพทย์ ได้มอบให้กับ John B. Gurdon และ Shinya Yamanaka “ผู้ค้นพบว่า เซลล์เต็มวัยสามารถพัฒนาให้กลายเป็นเซลล์ตัวอ่อน ที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นเซลล์ได้เกือบทุกชนิดในร่างกาย (Pluripotent)”

เหมือนว่ารางวัลโนเบลส่วนใหญ่ให้กับงานด้านวิทยาศาสตร์ แม้ฟังดูเป็นเชิงวิชาการ แต่ก็ไม่ยากเกินกว่าที่จะเข้าใจ

มนุษย์ก็เหมือนกับสัตว์ทั้งหมดที่เริ่มต้นชีวิตจากเซลล์เพียงเซลล์เดียว นั่นคือเซลล์ไข่ที่ได้รับการผสมแล้ว ซึ่งเรียกว่า *ไซโกต* เซลล์นี้จะแบ่งตัวออกเป็นสองเซลล์ ทั้งสองเซลล์นี้จะแบ่งตัวเป็นสี่เซลล์และเพิ่มไปเรื่อยๆ จนกว่าจะมีมากกว่าล้านล้านเซลล์ เซลล์แต่ละประเภทมีหน้าที่แตกต่างกัน เซลล์เม็ดเลือดแตกต่างจากเซลล์ผิวหนัง และเซลล์ประสาทแตกต่างจากเซลล์หัวใจตั้งนั้น เซลล์แรก ซึ่งเป็นเซลล์เริ่มต้นของ

เซลล์ทั้งหมดนี้จึงมีศักยภาพในการกลายเป็นเซลล์ภายในร่างกายมนุษย์ประเภทใดก็ได้ ซึ่งความสามารถนี้เรียกว่า *เซลล์ต้นกำเนิดพลูริโพเทนท์*

■ ลำดับชั้นของเซลล์ต้นกำเนิด



คุณค่าด้านศักยภาพของความสามารถในการสร้างเซลล์ที่แตกต่างกันหลายประเภท ทำให้นักวิจัยต่างให้ความสนใจมาเป็นเวลาหลายปี ในช่วงต้นปีพ.ศ. 2411 นักชีววิทยาชาวเยอรมัน แอนซ์ ฮาเอคเคิล (Ernst Haeckel) ได้ใช้คำว่า *เซลล์ต้นกำเนิดหรือสเต็มเซลล์ (Stem cell)* ในการอธิบายไข่ที่ผสมแล้วและมีศักยภาพในการแบ่งแยกออกไปเป็นเซลล์ต้นกำเนิดประเภทใดก็ได้ในร่างกาย¹ และตั้งแต่นั้นมา นักวิทยาศาสตร์ต่างก็ใฝ่ฝันถึงอนาคตที่จะนำเซลล์เหล่านี้มาใช้เพื่อพัฒนาสุขภาพมนุษย์ให้ดีขึ้น โดยในทางทฤษฎีแล้ว การใช้เซลล์ต้นกำเนิดพลูริโพเทนท์นั้น ผู้ที่มีภาวะการทำงานของอวัยวะบกพร่องควรสามารถสร้างอวัยวะใหม่เองได้ โดยที่ร่างกายไม่ต่อต้านอวัยวะที่เกิดใหม่นี้ เนื่องจากเซลล์ที่สร้างอวัยวะนั้นมาจากพันธุกรรมเดียวกัน วิทยาศาสตร์ในยุคนี้ก้าวหน้าไปอย่างมากราวกับเรื่องแต่งกวีได้

แต่สิ่งที่ยากสำหรับการวิจัยสเต็มเซลล์: นั่นคือ การค้นหาสเต็มเซลล์นั่นเอง โดยในช่วงเริ่มแรกของการพัฒนานั้น เอ็มบริโอหรือตัวอ่อนของมนุษย์เกิดมาจากสเต็มเซลล์เกือบจะทั้งหมด แต่การใช้เซลล์เอ็มบริโอในการวิจัยนั้นยังมีการถกเถียงกันด้านจริยธรรมอย่างมาก ทั้งนี้ สเต็มเซลล์สามารถพบได้ที่สายสะดือของทารก แต่ไม่ใช่ทุกคนที่สามารถเข้าถึงสิ่งอำนวยความสะดวกทางการแพทย์ที่สามารถเก็บรวบรวมและรักษาเซลล์เหล่านี้ได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ ยังสามารถพบสเต็มเซลล์ในร่างกายมนุษย์ด้วย แต่มีปริมาณที่น้อยมากๆ และเมื่อนำออกมาจากร่างกายแล้วจะแบ่งตัวได้ไม่ค่อยดี



ปัจจัยเหล่านี้ส่งผลให้การค้นคว้าวิจัยสเต็มเซลล์ทำได้ไม่เต็มที่ แต่สถานการณ์ได้เปลี่ยนแปลงอย่างมาก เมื่อเพียงสิบปีก่อน ในปีพ.ศ. 2549 Shinya Yamanaka สามารถทำให้เซลล์ของหนูโตเต็มวัยกลายเป็นเซลล์เริ่มต้นที่สามารถกลายเป็นเซลล์ภายในร่างกายประเภทใดก็ได้ ซึ่งเขาเรียกมันว่า เซลล์ต้นกำเนิดที่ได้จากการเหนี่ยวนำเซลล์ร่างกาย หรือเรียกสั้นๆ ว่าเซลล์ iPS และเขาได้ทำทดลองแบบเดียวกันนี้ในเซลล์มนุษย์ในหนึ่งปีให้หลัง

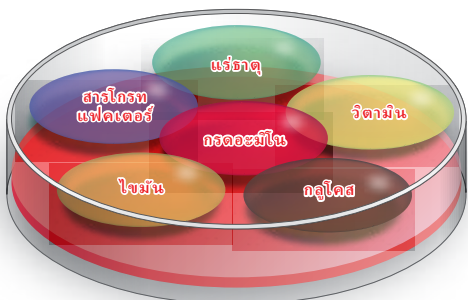
การค้นพบที่น่าทึ่งนี้หมายความว่า ในทางทฤษฎี มันอาจไม่จำเป็นอีกต่อไปที่จะต้องเก็บเซลล์ต้นกำเนิดจากเอ็มบริโอ หรือค้นหาในร่างกายนมนุษย์ที่มีอยู่เพียงน้อยนิด เราแค่ทำเซลล์ iPS ขึ้นมาแทน

บริษัท Ajinomoto เข้ามามีบทบาทอย่างไร

ปกติแล้วผู้คนนึกถึงบริษัท Ajinomoto ว่าเป็นบริษัทผลิตอาหารซึ่งก็เข้าใจถูกแล้ว แต่คนส่วนใหญ่ไม่ทราบว่าบริษัท Ajinomoto นั้นดำเนินงานด้านวิทยาศาสตร์มากมายแค่ไหน โดยเฉพาะในด้านกรดอะมิโน

สำหรับเซลล์ iPS ที่กลายเป็นเซลล์ประเภทอื่นๆ นั้น เซลล์เหล่านี้ต้องมีการแบ่งตัว และในการแบ่งตัว เซลล์ต้องอยู่ในสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสม เช่นเดียวกับเมล็ดที่ต้องการดินในการเติบโต เรียกว่า อาหารสำหรับเลี้ยงเซลล์ ซึ่งเกิดจากส่วนผสมของกรดอะมิโน วิตามิน กลูโคส ไขมัน สารโพรทไฟโคเตอร์และแร่ธาตุปริมาณเล็กน้อยที่จำเป็นในการช่วยให้เซลล์เจริญเติบโตได้ดี⁶

องค์ประกอบของอาหารเลี้ยงเซลล์



ในปีพ.ศ. 2553 ซึ่งเป็นเวลา 2 ปีก่อนที่ Shinya Yamanaka จะได้รับรางวัลโนเบลสำหรับงานวิจัยของเขา เขาได้ก่อตั้งองค์กรหนึ่งที่มีชื่อว่า CiRA ซึ่งเป็นศูนย์วิจัยสำหรับการวิจัยและการใช้งานเซลล์ iPS (iPS Cell Research and Application) โดยมีจุดมุ่งหมายในการพัฒนาเซลล์ iPS เพื่อใช้เป็นวิธีบำบัดรักษาทางการแพทย์แบบใหม่² และในฐานะที่บริษัท Ajinomoto เป็นผู้นำด้านงานวิจัยและการผลิตกรดอะมิโน ทำให้บริษัทเป็นตัวเลือกที่ดีที่สุดสำหรับการทำงานร่วมกันในโครงการนี้ โดยบริษัท Ajinomoto เป็นผู้พัฒนาอาหารเลี้ยงเซลล์ให้กับงานวิจัยเซลล์ iPS ของ CiRA

บริษัท Ajinomoto เข้าเยี่ยมศาสตราจารย์ Shinya Yamanaka (คนที่ 3 จากขวา)



บริษัท Ajinomoto ได้ใช้ความรู้ความเชี่ยวชาญด้านกรดอะมิโนในการพัฒนายาต่างๆ มาเป็นเวลานานกว่า 60 ปีแล้ว ในปีพ.ศ. 2499 ทาง Ajinomoto เป็นบริษัทแรกของโลกที่ผลิตผลิตภัณฑ์กรดอะมิโนสำหรับสารละลายอาหารที่ให้ทางเส้นเลือด ผลิตภัณฑ์สารอาหารที่ให้ผ่านทางสายยาง และส่วนผสมต่างๆ ของยา หลังจากนั้น บริษัท Ajinomoto ได้พัฒนาอาหารที่อยู่ในสภาพของสารอาหารหลายชนิดด้วยกัน รวมถึงผลิตภัณฑ์อื่นๆ ด้วย ดังนั้น บริษัท Ajinomoto จึงเป็นตัวเลือกที่เหมาะสมที่สุดในการพัฒนาอาหารเลี้ยงเซลล์ให้กับ CiRA

Ajinomoto Group ส่งเสริมการพัฒนาอาหารเลี้ยงเซลล์ iPS

- เทคโนโลยีในการผลิตส่วนประกอบ
ในฐานะผู้นำระดับโลกในการผลิตและจำหน่ายกรดอะมิโน คุณภาพสูง ซึ่งส่วนใหญ่ใช้สำหรับการผลิตยา บริษัท Ajinomoto สามารถผลิตและจำหน่ายกรดอะมิโนที่ปลอดจากส่วนผสมที่ได้มาจากสัตว์และสามารถตรวจสอบถึงที่มาของส่วนผสมได้
- การออกแบบส่วนประกอบและสูตร
ด้วยมรดกงานวิจัยของเราที่ดำเนินการศึกษาเกี่ยวกับสารอาหารกรดอะมิโนและระบบเผาผลาญอาหาร บริษัท Ajinomoto เป็นเจ้าของเทคโนโลยีต่างๆ รวมถึง “ความรู้ความชำนาญ” ในการกำหนดส่วนประกอบที่มีอยู่หลายสิบชนิดเพื่อประกอบเป็นอาหารเลี้ยงเซลล์ที่เหมาะสมได้อย่างรวดเร็ว
- เทคโนโลยีในการวิเคราะห์
เทคโนโลยีการวิเคราะห์ของบริษัท Ajinomoto สำหรับกรดอะมิโนและสารอาหารที่สามารถตรวจสอบถึงที่มาที่ไปได้ สามารถตอบสนองได้อย่างรวดเร็วและมีความแม่นยำสูง ซึ่งทำให้เราสามารถกำหนดสูตรอาหารเลี้ยงเซลล์ที่มีศักยภาพสูงได้ พร้อมทั้งมีการควบคุมคุณภาพอย่างเข้มงวด



StemFit®: ความลงตัวที่ สมบูรณ์แบบสำหรับงานวิจัย เซลล์ต้นกำเนิด

วิธีที่ทำกันโดยทั่วไปคือ มีการเลี้ยงเซลล์ iPS ในอาหารเลี้ยงเซลล์ที่มีส่วนประกอบของเซลล์ของหนูและสัตว์อื่นๆ รวมถึงส่วนประกอบที่ได้จากมนุษย์^๑

StemFit® มีความปลอดภัยอย่างมากเนื่องจากมีการลดความเสี่ยงการปนเปื้อนทางชีวภาพที่ไม่ได้ตั้งใจ^๑ เพื่อยืนยันจุดนี้ บริษัท Ajinomoto ได้ทำงานร่วมกับองค์การดูแลด้านยาและอุปกรณ์การแพทย์ (Pharmaceutical and Medical Devices Agency:

PMDA) ของรัฐบาลญี่ปุ่น ซึ่งระบุแล้วว่า StemFit® นั้นไม่ได้มีส่วนประกอบของสัตว์และไม่ได้มีองค์ประกอบที่ได้มาจากมนุษย์ หลังจากที่ได้ดำเนินการตรวจสอบอย่างละเอียดถี่ถ้วน^๑

นอกจากนี้ StemFit® เป็นอาหารเลี้ยงเซลล์คุณภาพสูงและมีประสิทธิภาพสูง เซลล์สามารถเพิ่มจำนวนในอาหารเลี้ยงเซลล์ StemFit® และมีอัตราการเจริญเติบโตสูง ทำให้งานวิจัยไม่เพียงสามารถเลี้ยงเซลล์ได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น แต่ยังมีราคาไม่แพงอีกด้วย^๑

ก้าวไปข้างหน้า

อะไรคือก้าวต่อไปสำหรับงานวิจัยเซลล์ iPS ในช่วงต้นปี พ.ศ. 2543 แนวทางของสถาบันสุขภาพนานาชาติของสหรัฐอเมริกาถือว่าไว้ว่า... “งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเซลล์ต้นกำเนิดพลูริโพเทนท์ของมนุษย์นั้นสร้างความหวังให้กับวิธีการบำบัดรักษาแบบใหม่ๆ ให้แก่โรคที่ทำให้อ่อนเพลีย และอาการบาดเจ็บต่างๆ รวมถึงโรคพาร์คินสัน โรคเบาหวาน โรคหัวใจ โรคปลอกประสาทเสื่อมแข็ง การบาดเจ็บและแผลจากไฟไหม้ รวมถึงการบาดเจ็บไขสันหลัง”³

ซึ่งการค้นพบด้านเวชศาสตร์ฟื้นฟูสภาวะเสื่อมนี้เป็นสิ่งที่น่าตื่นเต้นพอๆ กับการค้นพบตัวยาใหม่ เพราะเซลล์ iPS ช่วยนักวิจัยค้นหาการรักษาใหม่ที่รวดเร็วกว่าเดิม ด้วยงานวิจัยอันล้ำสมัยที่สุดของ CiRA ทางศาสตราจารย์ Junya Toguchida ได้ชี้แจงถึงกลไกของ FOP (Fibrodysplasia Ossificans Progressiva)

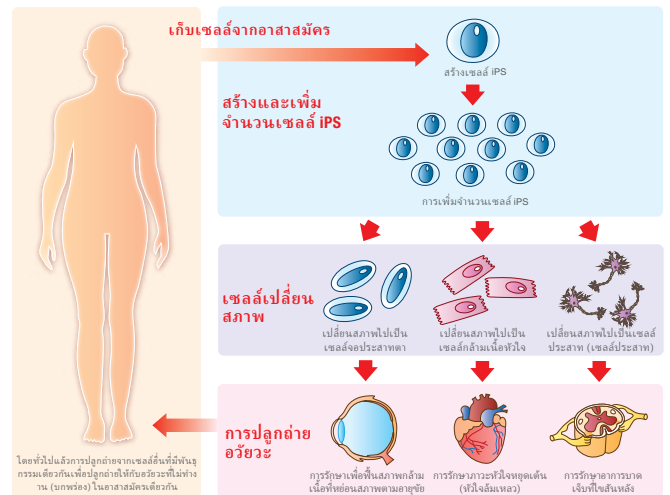
ซึ่งเป็นภาวะอ่อนเพลียเนื่องจากกระดูกเติบโตในเนื้อเยื่อของกล้ามเนื้อและบริเวณอื่นที่ไม่ควรจะเติบโต และในท้ายที่สุดได้มีการค้นพบยารักษาสำหรับโรคนี้ โรค FOP นั้นพบได้น้อยมากในประเทศญี่ปุ่นมีผู้ป่วยโรคนี้ เพียง 80 รายเท่านั้น แต่ด้วยการใช้ iPS ในการพัฒนายา ทำให้ปัจจุบันนักวิจัยต่างก็มีความหวังในการรักษาโรคนี้⁴

การริเริ่มที่น่าตื่นเต้นอีกอย่างที่ดำเนินการที่ CiRA เรียกว่า การทำสเต็มเซลล์ iPS สำหรับโครงการเวชศาสตร์ฟื้นฟูสภาวะเสื่อม ซึ่งโครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการสร้างและเก็บรักษาเซลล์ iPS ในคลังเก็บเซลล์

ซึ่งเซลล์ที่ได้รับการจัดเก็บเหล่านี้คือเซลล์ที่มีความเป็นไปได้สูงที่ร่างกายของผู้ป่วยจะยอมรับเพื่อการรักษา เนื่องจากหนึ่งในอุปสรรคของเวชศาสตร์ฟื้นฟูสภาวะเสื่อมโดยการใช้เซลล์ iPS นั้นมีต้นทุนสูงและต้องใช้เวลาในการผลิตเซลล์ iPS จากเซลล์ร่างกาย การทำสเต็มเซลล์ที่สามารถใช้ได้สถานวิจัยและโรงพยาบาลต่างๆ ทั่วโลกนั้น คาดว่าจะส่งผลในทางบวกอย่างมาก^๑ และแน่นอน การใช้อาหารเลี้ยงเซลล์ StemFit® ของบริษัท Ajinomoto นั้นเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างวิจัยมาตรฐานที่ CiRA

ถึงแม้ว่า บริษัท Ajinomoto อาจไม่มีแนวโน้มว่าจะได้รับรางวัลโนเบลแต่เรามีความภาคภูมิใจและรู้สึกเป็นเกียรติอย่างยิ่งที่สามารถช่วยสร้างประโยชน์จากการค้นพบครั้งยิ่งใหญ่ที่ได้รับรางวัลโนเบลให้กับนักวิจัยทั่วโลก เรามีความหวังอย่างยิ่งว่าเราจะสามารถสนับสนุนทางด้านสุขภาพและการแพทย์สมัยใหม่สำหรับโลกใบนี้ได้ต่อไป

ตัวอย่างของเวชศาสตร์ฟื้นฟูสภาวะเสื่อมโดยใช้เซลล์ iPS ในมนุษย์



เกี่ยวกับบริษัท Ajinomoto Co., Inc.

บริษัท Ajinomoto เป็นผู้ผลิตเครื่องปรุง อาหารแปรรูป เครื่องดื่มคุณภาพสูง รวมถึงผลิตภัณฑ์นม โยเกิร์ต และสารเคมีคุณลักษณะพิเศษ เป็นเวลาหลายปีแล้วที่บริษัท Ajinomoto ได้สนับสนุนวัฒนธรรมด้านอาหารและสุขภาพมนุษย์ผ่านการใช้งานเทคโนโลยีการต่อเติมในอย่างกว้างขวาง ปัจจุบันบริษัทได้มีความเกี่ยวข้องเพิ่มขึ้นกับแนวทางเพื่อการพัฒนาแหล่งทรัพยากรอาหารสุขภาพมนุษย์และความยั่งยืนสากล บริษัทก่อตั้งเมื่อปีพ.ศ. 2452 และตอนนี้ดำเนินการใน 30 ประเทศและภูมิภาค บริษัท Ajinomoto มียอดขายสุทธิในปีงบประมาณ 2016 จำนวน 1,091.1 พันล้านเยน (10,070 ล้านดอลลาร์สหรัฐ) สำหรับข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับบริษัท Ajinomoto (TYO:2802) กรุณาเยี่ยมชมที่เว็บไซต์ www.ajinomoto.com.

สำหรับข้อมูลเพิ่มเติมหรืออ้างอิงและวารสารที่สนับสนุนข้อมูลใดๆ ที่อยู่ในจดหมายข่าวนี้ กรุณาติดต่อแผนกประชาสัมพันธ์ของบริษัท Ajinomoto ที่: ajigcd_newsletter@ajinomoto.com



คำศัพท์:

ไซโตต

เซลล์ไข่ที่ผสมแล้ว

เซลล์ต้นกำเนิดพลูริโพเทนท์

อธิบายถึงเซลล์ที่สามารถเจริญเติบโตขึ้นเป็นเซลล์ทุกประเภทในร่างกายมนุษย์

เซลล์ต้นกำเนิดจากเอ็มบริโอถือว่าเป็นเซลล์ที่วิวัฒนาการได้หลายอย่าง

PMDA (องค์การดูแลด้านยาและอุปกรณ์การแพทย์ หรือ Pharmaceuticals and Medical Devices Agency)

PMDA เป็นหน่วยงานที่ดูแลด้านกฎหมายในญี่ปุ่น ทำงานร่วมกับกระทรวงสาธารณสุข

กระทรวงแรงงานและสวัสดิการ

อ้างอิง:

1. "History of Stem Cell Research — A Timeline," Boston Children's Hospital, <http://stemcell.childrenshospital.org/about-stem-cells/history/>
2. "Message from the Director," Center for iPS Cell Research and Application, Kyoto University, <https://www.cira.kyoto-u.ac.jp/e/about/director.html>.
3. "NIH Publishes Final Guidelines For Stem Cell Research," National Institutes Of Health, 2009, ScienceDaily, <https://stemcells.nih.gov/policy/2009-guidelines.htm>
4. "iPS Cell Drug Discovery Taking off with First Clinical Trial," Nikkei Asian Review, 2017, <https://asia.nikkei.com/Tech-Science/Science/iPS-cell-drug-discovery-taking-off-with-first-clinical-trial>
5. "CIRA Starts Distributing iPS Cell Stock," Kyoto University, 2015, http://www.kyoto-u.ac.jp/en/about/events_news/department/ips/news/2015/150806_1.html
6. ข้อมูลในไฟล์